

550,994

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. Oktober 2004 (07.10.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/086576 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01S 5/183, 5/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000333

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Februar 2004 (23.02.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 13 609.6 26. März 2003 (26.03.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE/DE]; Wernerwerkstrasse 2, 93049 Regensburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ALBRECHT, Tony [DE/DE]; Erich-Kästner-Strasse 21, 93077 Bad Abbach (DE). BRICK, Peter [DE/DE]; Dechbettener Strasse 26, 93049 Regensburg (DE). PHILIPPENS, Marc [NL/DE]; Hermann-Köhl-Strasse 20a, 93049 Regensburg (DE). PLAINE, Glenn-Yves [FR/DE]; Spiegelgasse 6, 93047 Regensburg (DE).

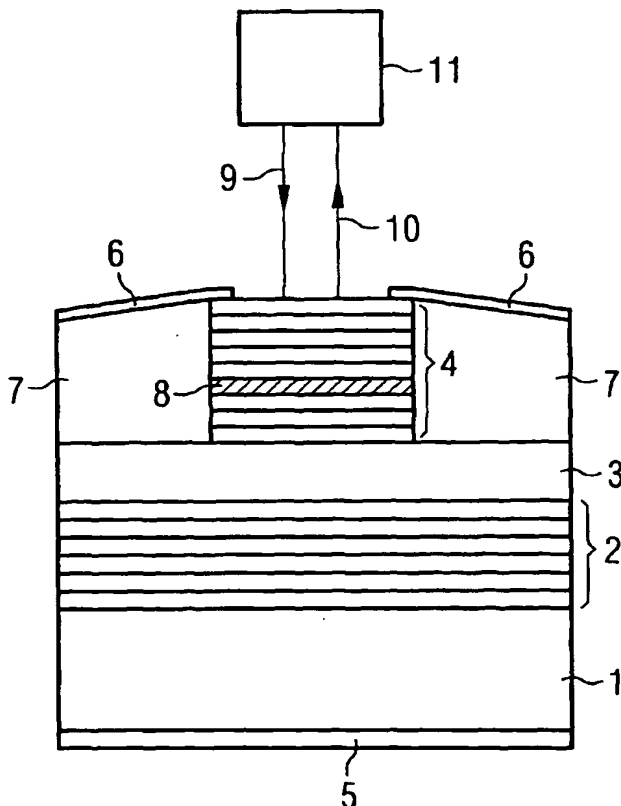
(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH; Ridlerstrasse 55, 80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SEMICONDUCTOR LASER SHOWING REDUCED SENSITIVITY TO DISTURBANCES

(54) Bezeichnung: HALBLEITERLASER MIT REDUZIERTER RÜCKWIRKUNGSEMPFINDLICHKEIT



(57) Abstract: Disclosed is a semiconductor laser, especially a single-mode laser, comprising at least one absorbing layer (8) in the laser resonator thereof, said absorbing layer (8) reducing transmission T_{Res} of the laser beam (10) in the laser resonator so as to decrease sensitivity of the semiconductor laser to disturbances created by radiation (9) that is fed back into the laser resonator, whereby variations of the output power due to radiation (9) feedback are diminished.

(57) Zusammenfassung: Ein Erfindungsgemässer Halbleiterlaser, insbesondere ein Einmoden-Laser, enthält in seinem Laserresonator mindestens eine absorbierende Schicht (8), welche die Transmission T_{Res} der Laserstrahlung (10) im Laserresonator zur Verringerung der Rückwirkungsempfindlichkeit des Halbleiterlasers für in den Laserresonator rückgekoppelte Strahlung (9) reduziert. Dadurch werden Schwankungen der Ausgangsleistung durch rückgekoppelte Strahlung (9) reduziert.

WO 2004/086576 A1



KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Halbleiterlaser mit reduzierter Rückwirkungsempfindlichkeit

Die Erfindung betrifft einen Halbleiterlaser, insbesondere einen Einmoden-Halbleiterlaser.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10313609.6-33, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Für viele Anwendungen sind Laser mit guter Strahlqualität, hoher Kohärenzlänge und geringer spektraler Breite erwünscht oder sogar notwendig. Diese Eigenschaften sind insbesondere mit Einmoden-Lasern (Single-Mode-Laser), wie beispielsweise DFB-Lasern, Trapezlasern oder oberflächenemittierenden Halbleiterlasern (VCSEL-Vertical Cavity Surface Emitting Laser) erzielbar.

Die obengenannten Laser weisen eine starke Empfindlichkeit gegenüber rückgekoppeltem Licht auf. Unter rückgekoppeltem Licht wird im Rahmen der Erfindung der Anteil der von dem Halbleiterlaser emittierten Strahlung verstanden, der von externen Objekten in den Halbleiterlaser zurück gestreut oder reflektiert wird. Die Phase des rückgekoppelten Lichts hängt vom zurückgelegten optischen Weg und damit vom Abstand des streuenden oder reflektierenden Objekts vom Halbleiterlaser ab. Abhängig von der Phase interferiert das rückgekoppelte Licht konstruktiv oder destruktiv mit der Strahlung des Halbleiterlasers. Bereits geringe Änderungen des Abstands zwischen dem streuenden oder reflektierenden Objekt von einem Bruchteil der emittierten Lichtwellenlänge können die Phase des rückgekoppelten Lichts derartig ändern, daß ein Wechsel

zwischen konstruktiver und destruktiver Interferenz stattfindet. Geringe Schwingungen des optischen Systems oder eine Bewegung des reflektierenden oder streuenden Objekts bewirken dadurch ein Rauschen ΔP der Ausgangsleistung P des Halbleiterlasers. Dieses Rauschen oder das Verhältnis des Rauschens zur Ausgangsleistung $\Delta P/P$ des Halbleiterlasers ist ein Maß für die Rückwirkungsempfindlichkeit.

Eine Möglichkeit, die Empfindlichkeit eines Halbleiterlasers gegenüber rückgekoppeltem Licht zu reduzieren, besteht darin, außerhalb des Laserresonators absorbierende oder reflektierende Elemente anzubringen, die ein Eindringen von rückgekoppeltem Licht in den Laserresonator verhindern. Dies ist jedoch technisch teilweise sehr aufwendig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Halbleiterlaser anzugeben, dessen Rückwirkungsempfindlichkeit gegen rückgekoppeltes Licht auf technisch verhältnismäßig einfache Weise reduziert wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Halbleiterlaser mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Halbleiterlasers sind Gegenstand der Unteransprüche.

Ein Halbleiterlaser gemäß der Erfindung enthält innerhalb des Laserresonators mindestens eine absorbierende Schicht, welche die Transmission T_{Res} der Laserstrahlung im Laserresonator reduziert und damit die Rückwirkungsempfindlichkeit des Halbleiterlasers für in den Laserresonator rückgekoppelte Strahlung verringert. Unter der Transmission T_{Res} des Laserresonators wird dabei der Faktor verstanden, um den Strahlung der Laserwellenlänge bei einem vollem Umlauf im Resonator ge-

schwächt wird. Die Transmission T_{Res} berücksichtigt nur resonatorinterne Verluste wie Absorption oder Streuung, aber nicht die Reflektionsverluste an den Spiegeln, die insbesondere beim Auskoppelspiegel auftreten. Ein typischer Wert für die Transmission T_{Res} , die grundsätzlich kleiner als 1 ist, ist etwa 0,99.

Für den Laserbetrieb ist eine Transmission T_{Res} erforderlich, die nur geringfügig von 1 abweicht. T_{Res} kann daher zur Verringerung der Rückwirkungsempfindlichkeit des Halbleiterlasers nur geringfügig erniedrigt werden. Die absorbierende Schicht befindet sich deshalb bevorzugt im Bereich eines Knotens einer stehenden Welle, die sich bei Betrieb des Halbleiterlasers im Laserresonator ausbildet. In diesem Bereich sind die elektrischen Feldstärken der Laserstrahlung geringer als im Bereich der Bäuche des Stehwellenfeldes, so daß das Einfügen eines absorbierenden Mediums dort geringere Absorptionsverluste bewirkt.

Vorzugsweise wird bei der Optimierung der Transmission T_{Res} des Laserresonators auch die Reflektivität der Laserspiegel, insbesondere des Auskoppelspiegels, berücksichtigt, und diese Parameter zusammen derart optimiert, daß sich für einen weiten Bereich möglicher Ausgangsleistungen P des Halbleiterlasers eine geringe Rückwirkungsempfindlichkeit ergibt. Eine Optimierung dieser Parameter kann beispielsweise durch eine Simulation der Rauschamplitude ΔP des Halbleiterlasers in Abhängigkeit von den Variablen der Transmission T_{Res} des Resonators, der Reflektivität der Spiegel, und der Ausgangsleistung des Halbleiterlasers erfolgen. Die Simulation erfolgt unter der Annahme, daß ein Teil der emittierten Laserstrahlung von außen in den Laserresonator rückgekoppelt wird, wobei sich die Rauschamplitude ΔP aus der Differenz der Ausgangsleistung

im Falle einer konstruktiven und einer destruktiven Interferenz des rückgekoppelten Lichts mit der Laserstrahlung ergibt.

Eine Optimierung der Rückwirkungsempfindlichkeit ist insbesondere für Einmoden-Laser (Single-Mode-Laser) sinnvoll, da gerade an diese Laser hohe Anforderungen an die Stabilität gestellt werden.

Bei dem Halbleiterlaser handelt es sich vorzugsweise um einen oberflächenemittierenden Halbleiterlaser (VCSEL). Bei einem solchen Lasertyp ist die Positionierung einer oder mehrerer absorbierender Schichten im Stehwellenfeld des Resonators einfacher als bei anderen Lasertypen.

Beispielsweise kann der oberflächenemittierende Halbleiterlaser einen Braggspiegel enthalten und die absorbierende Schicht in diesem Braggspiegel angeordnet sein. Bei der Auswahl des Materials und der Dicke der absorbierenden Schicht ist die Absorption bei der Emissionswellenlänge des Lasers zu berücksichtigen. Beispielsweise kann bei einer Emissionswellenlänge von etwa 850 nm eine Galliumarsenidschicht verwendet werden, die etwa 20 nm dick ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Figuren 1, 2 und 3 näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch eine Ausführungsform eines oberflächenemittierenden

Halbleiterlasers, der gemäß der Erfindung eine absorbierende Schicht in seinem Laserresonator enthält,

Figur 2 eine Simulation der Rauschamplitude ΔP eines Halbleiterlasers in Abhängigkeit von der Transmission T_{Res} des Resonators für drei verschiedene Reflektivitäten R des Auskoppelspiegels und

Figur 3 eine Simulation der Rauschamplitude ΔP eines Halbleiterlasers in Abhängigkeit von der Transmission T_{Res} des Resonators für drei verschiedene Ausgangsleistungen P des Halbleiterlasers.

Der in Figur 1 schematisch im Querschnitt dargestellte oberflächenemittierende Halbleiterlaser enthält als wesentliche Elemente auf einem Halbleitersubstrat 1 einen rückseitigen Spiegel 2, eine aktive Zone 3 und einen Auskoppelspiegel 4. Bei den Spiegeln handelt es sich bevorzugt um Braggspiegel. Ferner enthält der oberflächenemittierende Halbleiterlaser elektrische Kontaktschichten 5, 6 zur Ausbildung des n-Kontakts 5 sowie des p-Kontakts 6.

Dem Fachmann sind verschiedene Ausführungsformen solcher oberflächenemittierender Halbleiterlaser mit weiteren, teilweise auch strukturierten Zwischenschichten bekannt, zum Beispiel aus der DE 100 38 235 A1 und den darin zitierten Druckschriften. Beispielsweise kann es sich dabei um Passivierungsschichten 7 oder weitere Schichten zur räumlichen Begrenzung des Stromflusses handeln.

Der oberflächenemittierende Halbleiterlaser kann auch als oberflächenemittierender Halbleiterlaser mit externem Resonator (VECSEL - vertical external cavity surface emitting la-

ser) ausgebildet sein, bei dem der Auskoppelspiegel des Laserresonators durch einen externen, außerhalb des Halbleiterkörpers angeordneten Spiegel gebildet wird.

Im Laserresonator ist eine absorbierende Schicht 8 enthalten, welche die Transmission T_{Res} der Laserstrahlung im Laserresonator geringfügig reduziert und dadurch die Rückwirkungsempfindlichkeit des Halbleiterlasers für in den Laserresonator rückgekoppelte Strahlung 9 reduziert. Unter rückgekoppelter Strahlung 9 wird dabei vom Laser emittierte Strahlung 10 verstanden, die von einem externen Objekt 11 in den Halbleiterlaser zurückreflektiert oder -gestreut wird.

Die absorbierende Schicht 8 kann beispielsweise in einem der Braggspiegel 4 des oberflächenemittierenden Halbleiterlasers enthalten sein. In diesem Fall sind gegebenenfalls die Schichten des Braggspiegels 4, welche die absorbierende Schicht 8 umgeben, anzupassen, um eine durch das Einfügen der absorbierenden Schicht 8 bewirkte Störung in der Periodizität der Schichten auszugleichen. Anstatt einer absorbierenden Schicht 8 kann auch eine Mehrzahl absorbierender Schichten vorgesehen sein.

Die Transmission T_{Res} des Laserresonators ist insbesondere vom Material, der Dicke und der Position der absorbierenden Schicht 8 im Laserresonator abhängig und kann daher durch diese Parameter verändert werden. Beispielsweise ist für eine Emissionswellenlänge von 850 nm eine Galliumarsenidschicht mit einer Dicke von etwa 20 nm geeignet. Die Abhängigkeit der Absorption von der Position der absorbierenden Schicht ergibt sich daraus, daß der Absorptionseffekt in den Bäuchen des Stehwellenfeldes, das sich innerhalb des Laserresonators ausbildet, größer ist als in den Knoten des Stehwellenfeldes. Da

mit der absorbierenden Schicht 8 zwar die Transmission T_{Res} des Resonators reduziert werden soll, aber gleichzeitig der Laserbetrieb nicht gestört werden soll, wird die absorbierende Schicht bevorzugt in einem Knoten des Stehwellenfeldes positioniert.

Der optimale Wert für die Transmission T_{Res} des Laserresonators, um eine Minimierung der Rückwirkungsempfindlichkeit des Halbleiterlasers gegenüber rückgekoppeltem Licht zu erreichen, hängt auch von der Reflektivität des Auskoppelspiegels 4 und der Ausgangsleistung des Halbleiterlasers ab. Figur 2 zeigt eine Simulation der Rauschamplitude der Ausgangsleistung ΔP , die als Maß für die Rückwirkungsempfindlichkeit dient, in Abhängigkeit von der Transmission T_{Res} des Laserresonators für drei unterschiedliche Reflektivitäten R des Auskoppelspiegels 4. Die Kurve 12 zeigt die Rückwirkungsempfindlichkeit für eine Reflektivität des Auskoppelspiegels von $R = 99,3\%$, die Kurve 13 für eine Reflektivität des Auskoppelspiegels von $R = 99,6\%$ und die Kurve 14 für eine Reflektivität des Auskoppelspiegels von $R = 99,8\%$. Die Simulation verdeutlicht, daß nur mit bestimmten Kombinationen der Transmission T_{Res} des Laserresonators und der Reflektivität des Auskoppelspiegels 4 eine minimale Rückwirkungsempfindlichkeit erzielt werden kann. Beispielsweise beträgt ein vorteilhafter Wert für die Transmission T_{Res} des Laserresonators, der über die Parameter der absorbierenden Schicht 8 eingestellt werden kann, für eine Reflektivität des Auskoppelspiegels von $R = 99,6\%$ gemäß der Simulation etwa 0,985.

Das Diagramm von Figur 3 zeigt die Rauschamplitude ΔP des Halbleiterlasers in Abhängigkeit von der Transmission T_{Res} des Laserresonators für einen festen Wert der Reflektivität Auskoppelspiegels 4 von $R = 99,6\%$ für drei verschiedene Aus-

gangsleistungen des Halbleiterlasers. Die Kurve 15 zeigt die Abhängigkeit für eine Ausgangsleistung von $P = 0,7$ mW, die Kurve 16 für $P = 1$ mW und die Kurve 17 für $P = 1,3$ mW. Für einen Halbleiterlaser, der zur Verwendung bei verschiedenen Ausgangsleistungen vorgesehen ist, wird die Transmission T_{Res} des Laserresonators vorzugsweise so eingestellt, daß die Rauschamplitude ΔP für einen weiten Bereich von Ausgangsleistungen gering ist. In dem in Figur 3 simulierten Beispiel ist es sinnvoll, die Transmission T_{Res} des Laserresonators durch Einfügen einer geeigneten absorbierenden Schicht 8 auf einen Wert von 0,986 einzustellen, da die Rauschamplitude ΔP für $T_{\text{Res}}=0,986$ für alle betrachteten Ausgangsleistungen gering ist.

Der Schutzzumfang der Erfindung ist nicht durch die Beschreibung der Erfindung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn diese Kombination nicht explizit in den Patentansprüchen angegeben ist.

Patentansprüche

1. Halbleiterlaser,
dadurch gekennzeichnet, daß
er innerhalb des Laserresonators mindestens eine absorbierende Schicht (8) enthält, welche die Transmission T_{Res} der Laserstrahlung (10) im Laserresonator zur Verringerung der Rückwirkungsempfindlichkeit des Halbleiterlasers für die in den Laserresonator rückgekoppelte Strahlung (9) reduziert.
2. Halbleiterlaser nach Anspruch 1,
bei dem sich die absorbierende Schicht (8) in einem Knoten einer stehenden Welle befindet, die sich bei Betrieb des Halbleiterlasers im Laserresonator ausbildet.
3. Halbleiterlaser nach Anspruch 1 oder 2,
bei dem die Reflektivität der Spiegel des Resonators und die Transmission T_{Res} der Laserstrahlung bei einem Resonatorumlauf so eingestellt sind, daß sich für einen weiten Bereich möglicher Ausgangsleistungen des Halbleiterlasers eine geringe Rückwirkungsempfindlichkeit ergibt.
4. Halbleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
bei dem der Halbleiterlaser ein Einmoden-Laser (Single-Mode-Laser) ist.
5. Halbleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
bei dem der Halbleiterlaser ein oberflächenemittierender Halbleiterlaser (VCSEL) ist.
6. Halbleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
bei dem der Halbleiterlaser ein oberflächenemittierender Halbleiterlaser mit externem Resonator (VECSEL) ist.

7. Halbleiterlaser nach Anspruch 5 oder 6,
bei dem der oberflächenemittierende Halbleiterlaser einen
Braggspiegel (4) enthält und die absorbierende Schicht (8) in
diesem Braggspiegel (4) enthalten ist.

8. Halbleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
bei dem die absorbierende Schicht (8) eine Galliumarsenid-
schicht ist.

9. Halbleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
bei dem die Galliumarsenidschicht etwa 20 nm dick ist.

10. Halbleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
der innerhalb des Laserresonators eine Mehrzahl absorbieren-
der Schichten enthält.

FIG 1

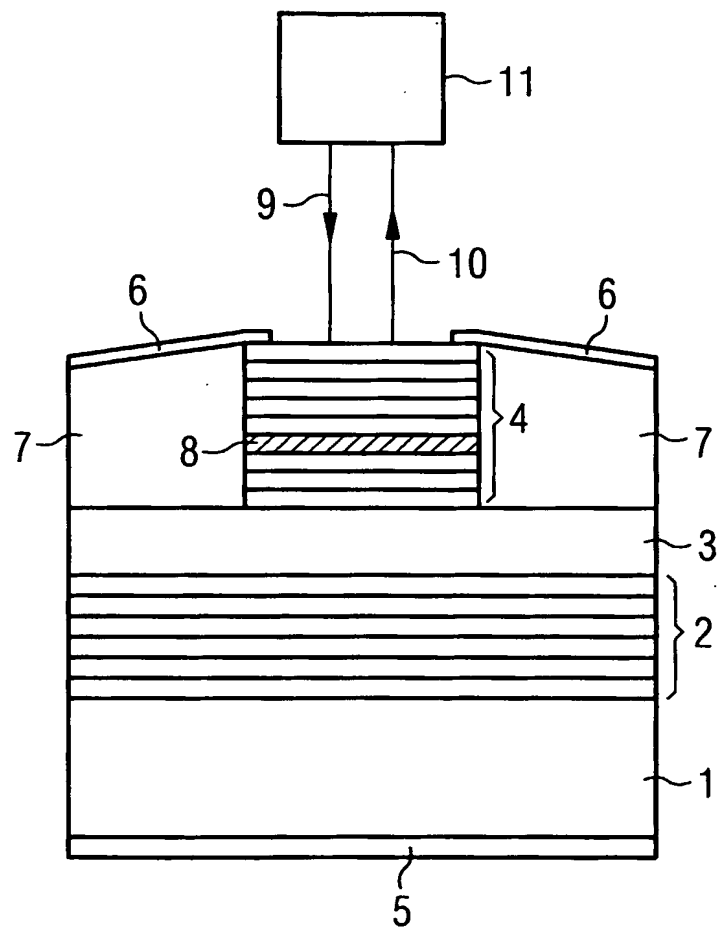


FIG 2

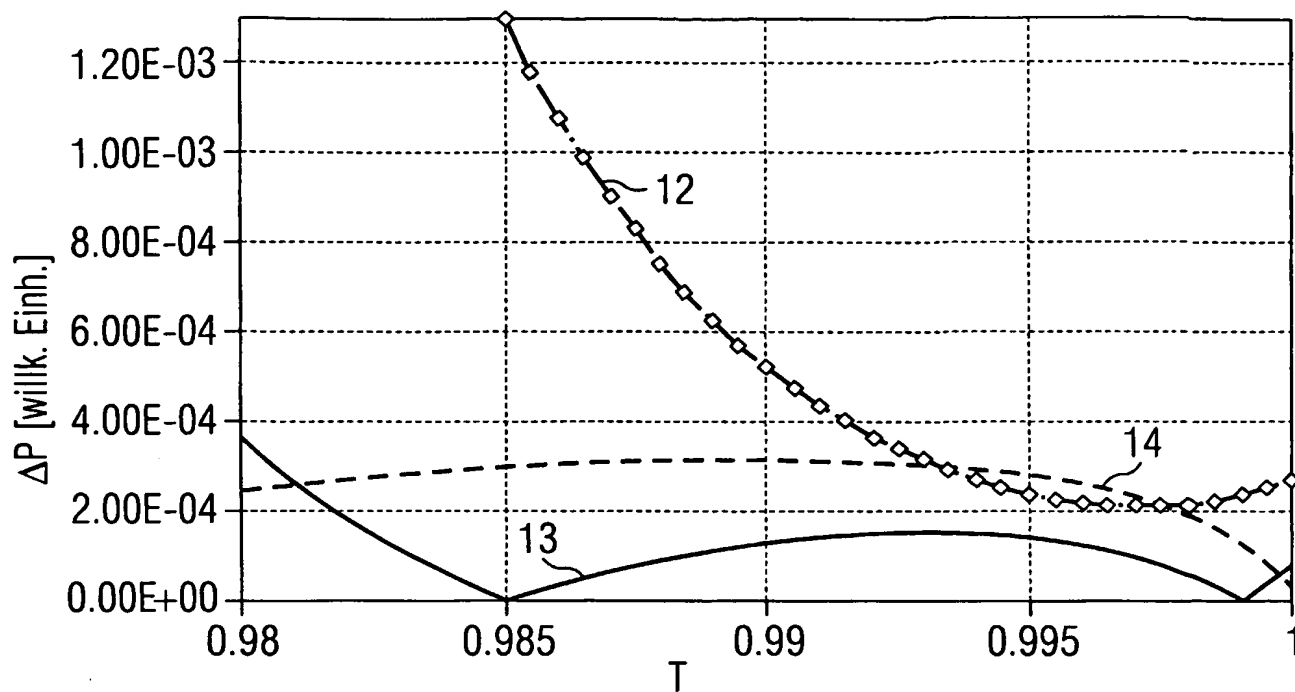
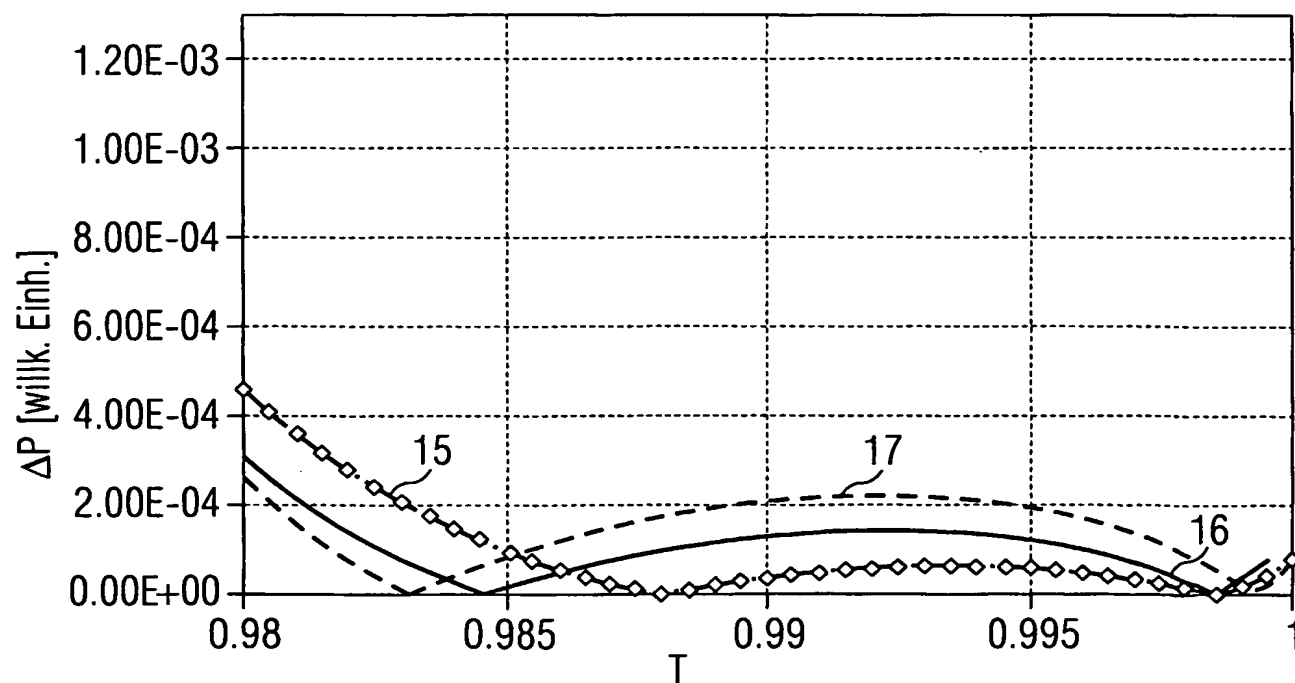


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/000333A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01S5/183 H01S5/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>US 2002/071464 A1 (HALL ERIC M ET AL) 13 June 2002 (2002-06-13)</p> <p>figures 1,3,10 page 1, paragraph 7 page 3, paragraph 45 - page 4, paragraph 52 page 4, paragraph 61 - page 5, paragraph 61</p> <p>----- -/--</p>	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 June 2004

Date of mailing of the international search report

08/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sauerer, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/000333

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SUGIMOTO M ET AL: "SURFACE EMITTING DEVICES WITH DISTRIBUTED BRAGG REFLECTORS GROWN BY HIGHLY PRECISE MOLECULAR BEAM EPITAXY" JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH, NORTH-HOLLAND PUBLISHING CO. AMSTERDAM, NL, vol. 127, no. 1/4, 2 February 1993 (1993-02-02), pages 1-4, XP000441040 ISSN: 0022-0248 the whole document	1-10
X	DE 101 02 458 A (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 25 July 2002 (2002-07-25) column 2, line 61 - column 4, line 61 figures 1,2	1,3,5,8, 9
X	US 2002/126720 A1 (YANG YING-JAY) 12 September 2002 (2002-09-12) figures 1,4 page 1, paragraph 2 page 2, paragraph 17 - page 3, paragraph 29	1,3-5,7
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 02, 29 February 2000 (2000-02-29) & JP 11 307876 A (RICOH CO LTD), 5 November 1999 (1999-11-05) abstract; figures 2,3,8	1,3,5,7, 8
A	DE 199 08 426 A (SIEMENS AG) 7 September 2000 (2000-09-07) the whole document	1-10

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002071464	A1	13-06-2002	AU 4320002 A	24-06-2002
			AU 8547301 A	04-03-2002
			AU 8547501 A	04-03-2002
			AU 8547801 A	04-03-2002
			AU 8547901 A	04-03-2002
			AU 8661001 A	04-03-2002
			AU 8661401 A	04-03-2002
			AU 8662001 A	04-03-2002
			AU 9321201 A	04-03-2002
			WO 0217360 A1	28-02-2002
			WO 0217361 A1	28-02-2002
			WO 0217447 A1	28-02-2002
			WO 0217445 A1	28-02-2002
			WO 0217448 A1	28-02-2002
			WO 0217446 A1	28-02-2002
			WO 0248748 A2	20-06-2002
			WO 0217363 A1	28-02-2002
			WO 0217449 A1	28-02-2002
			US 2002025590 A1	28-02-2002
			US 2002024988 A1	28-02-2002
			US 2002025589 A1	28-02-2002
			US 2002024989 A1	28-02-2002
			US 2002090016 A1	11-07-2002
			US 2002075926 A1	20-06-2002
			US 2002101894 A1	01-08-2002
DE 10102458	A	25-07-2002	DE 10102458 A1	25-07-2002
			US 2002118720 A1	29-08-2002
US 2002126720	A1	12-09-2002	DE 20113207 U1	20-12-2001
			TW 529211 B	21-04-2003
			US 2003053503 A1	20-03-2003
			CN 2571034 U	03-09-2003
JP 11307876	A	05-11-1999	US 6563851 B1	13-05-2003
DE 19908426	A	07-09-2000	DE 19908426 A1	07-09-2000
			WO 0052793 A1	08-09-2000
			EP 1155482 A1	21-11-2001
			JP 2002538631 A	12-11-2002
			US 2002088980 A1	11-07-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000333

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01S5/183 H01S5/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>US 2002/071464 A1 (HALL ERIC M ET AL) 13. Juni 2002 (2002-06-13)</p> <p>Abbildungen 1,3,10 Seite 1, Absatz 7 Seite 3, Absatz 45 - Seite 4, Absatz 52 Seite 4, Absatz 61 - Seite 5, Absatz 61</p> <p style="text-align: center;">----- -/--</p>	1-10

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Juni 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/07/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sauerer, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/000333

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	<p>SUGIMOTO M ET AL: "SURFACE EMITTING DEVICES WITH DISTRIBUTED BRAGG REFLECTORS GROWN BY HIGHLY PRECISE MOLECULAR BEAM EPITAXY" JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH, NORTH-HOLLAND PUBLISHING CO. AMSTERDAM, NL, Bd. 127, Nr. 1/4, 2. Februar 1993 (1993-02-02), Seiten 1-4, XP000441040 ISSN: 0022-0248</p> <p>das ganze Dokument</p>	1-10
X	<p>DE 101 02 458 A (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 25. Juli 2002 (2002-07-25) Spalte 2, Zeile 61 - Spalte 4, Zeile 61 Abbildungen 1,2</p>	1,3,5,8, 9
X	<p>US 2002/126720 A1 (YANG YING-JAY) 12. September 2002 (2002-09-12) Abbildungen 1,4 Seite 1, Absatz 2 Seite 2, Absatz 17 - Seite 3, Absatz 29</p>	1,3-5,7
X	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2000, Nr. 02, 29. Februar 2000 (2000-02-29) & JP 11 307876 A (RICOH CO LTD), 5. November 1999 (1999-11-05) Zusammenfassung; Abbildungen 2,3,8</p>	1,3,5,7, 8
A	<p>DE 199 08 426 A (SIEMENS AG) 7. September 2000 (2000-09-07) das ganze Dokument</p>	1-10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002071464 A1	13-06-2002	AU 4320002 A	24-06-2002
		AU 8547301 A	04-03-2002
		AU 8547501 A	04-03-2002
		AU 8547801 A	04-03-2002
		AU 8547901 A	04-03-2002
		AU 8661001 A	04-03-2002
		AU 8661401 A	04-03-2002
		AU 8662001 A	04-03-2002
		AU 9321201 A	04-03-2002
		WO 0217360 A1	28-02-2002
		WO 0217361 A1	28-02-2002
		WO 0217447 A1	28-02-2002
		WO 0217445 A1	28-02-2002
		WO 0217448 A1	28-02-2002
		WO 0217446 A1	28-02-2002
		WO 0248748 A2	20-06-2002
		WO 0217363 A1	28-02-2002
		WO 0217449 A1	28-02-2002
		US 2002025590 A1	28-02-2002
		US 2002024988 A1	28-02-2002
		US 2002025589 A1	28-02-2002
		US 2002024989 A1	28-02-2002
		US 2002090016 A1	11-07-2002
		US 2002075926 A1	20-06-2002
		US 2002101894 A1	01-08-2002
DE 10102458 A	25-07-2002	DE 10102458 A1	25-07-2002
		US 2002118720 A1	29-08-2002
US 2002126720 A1	12-09-2002	DE 20113207 U1	20-12-2001
		TW 529211 B	21-04-2003
		US 2003053503 A1	20-03-2003
		CN 2571034 U	03-09-2003
JP 11307876 A	05-11-1999	US 6563851 B1	13-05-2003
DE 19908426 A	07-09-2000	DE 19908426 A1	07-09-2000
		WO 0052793 A1	08-09-2000
		EP 1155482 A1	21-11-2001
		JP 2002538631 A	12-11-2002
		US 2002088980 A1	11-07-2002